

明 細 書

光ファイバ母材及びその製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、光ファイバの前駆体である光ファイバ母材及びその製造方法に関する。文献の参照による組み込みが認められる指定国については、下記の出願に記載された内容を参照により本出願に組み込み、本出願の記載の一部とする。

特願2003-389848 出願日 2003年11月19日

背景技術

- [0002] 従来、光ファイバ母材を製造するために、様々な方法が提案されている。それらの方法の中でも、回転する出発部材上に、これに沿ってバーナもしくは出発部材を相対往復運動させ、バーナ火炎中で生成したガラス微粒子を付着堆積させて、スート体を合成し、これを電気炉内で脱水、焼結して透明ガラス化する外付け法(OVD法)は、比較的任意の屈折率分布のものが得られ、しかも、大口径の光ファイバ母材を量産できることから汎用されている。

- [0003] 透明ガラス化後の光ファイバ母材において、長手方向で安定したコア／クラッド比を得る方法としては、例えば、特許文献1に記載された方法を挙げることができる。

また、両端の相対往復移動の折り返し点近傍でガス量を変化させる方法として、特許文献2に記載された方法を挙げることができる。

特許文献1:特開平09-118538号公報

特許文献2:特開2000-159533号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] 特許文献1に記載の方法は、外付け法を採用し、相対往復移動の移動速度を長手方向で変化させて堆積し、焼結、透明ガラス化後のコア／クラッド比を安定させている。しかしながら、この方法では、移動中での調整のため、相対往復移動折り返し点での堆積量を調整することは困難である。

- [0005] 特許文献2に記載の方法は、堆積中のスート体の亀裂・割れ防止を目的として、相

対往復移動中、供給ガス量や相対移動速度、さらにバーナとプリフォームとの距離を変化させる方法であるが、相対往復移動中での調整であるため、折り返し点での堆積量を調整することは困難である。

[0006] また、外付け法においては、出発部材とバーナとの相対往復移動の範囲にわたり、透明ガラス化後の光ファイバ母材が長手方向で安定したコア／クラッド比を有するように、堆積させることが重要である。しかしながら、相対往復移動の折り返し点近傍は、その他の部分と比較して付着量の変動が大きく、コア／クラッド比が一定せず、歩留りを低下させる問題があった。

[0007] 本発明は、長手方向で安定したコア／クラッド比を有する光ファイバ母材が容易に得られる光ファイバ母材及びその製造方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究した結果、透明ガラス化後のコア／クラッド比が長手方向で安定するように、相対往復移動の折り返し点で相対移動を所定の時間停止し、折り返し点近傍での堆積量を調整することにより、コア／クラッド比が長手方向で安定した光ファイバ母材が得られることを見出し、折り返し点での停止時間を設定することにより、本発明を完成するに至った。

[0009] すなわち、本発明の光ファイバ母材の製造方法は、外付け法により、出発部材上にこれに沿ってバーナを相対的に往復移動させてガラス微粒子を堆積させ光ファイバ母材を製造する方法において、バーナと出発部材とを相対的に往復移動させ、該相対往復移動の折り返し時に、所定の時間、停止させることを特徴とするものであり、停止させる時間は、3秒以上60秒以下とするのが好ましい。

[0010] 相対往復移動の停止中、堆積条件は、燃焼ガス量を減少させたり、原料ガス量を増加させたりして変化させるとよく、さらに、あらかじめ堆積時間、堆積重量、又は相対往復移動回数のいずれかを設定し、該設定条件によって相対往復移動の停止時間を連続的もしくはステップ状に変化させるのが好ましい。なお、停止時間を製造中一定として行なってもよい。

[0011] 上記方法において、堆積時間が長いほど、前記バーナを停止させる所定の時間を長くしてもよい。また、堆積重量が大きいほど、前記所定の時間を長くしてもよい。ま

た、往復回数が多いほど、前記所定の時間を長くしてもよい。

- [0012] なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

発明の効果

- [0013] 本発明の光ファイバ母材の製造方法は、相対往復移動の折り返し点で、所定の時間、好ましくは3秒以上60秒以下の間、停止させることにより、折り返し点近傍においてもスートの堆積量を安定させることができ、透明ガラス化して得られる光ファイバ母材のコア／クラッド比を長手方向にわたって容易に安定させることができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の光ファイバ母材の製造に使用した装置の一例を示した概略図である。
[図2]実施例3の停止時間パターンを示すグラフである。

符号の説明

- [0015] 1……出発部材、
2……堆積用バーナ、
3……バーナガイド機構、
4……モータ、
5……スート体。

発明を実施するための最良の形態

- [0016] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではなく、また実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

- [0017] 以下、本発明の光ファイバ母材の製造方法について、図面を参照しつつさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

図1は、本発明の光ファイバ母材の製造に使用した装置の一例を示したものである。

。

図において、出発部材1は、コア又はコアとクラッドの一部からなり、不図示の基材支持部材により軸回りに回転自在に支持され、出発部材1の下方には堆積用バーナ

2が配置され、バーナガイド機構3により、左右に移動自在に設置されている。なお、堆積用バーナ2を移動させる代わりに、出発部材1を長手方向に移動させる機構を設けてもよい。

[0018] 次に、このような装置を用いての外付け法(OVD法)による本発明の光ファイバ母材の製造方法について説明する。

出発部材1を軸回りにモータ4で回転させながら、堆積用バーナ2をバーナガイド機構3により出発部材1に沿って移動させつつ、出発部材1に向けて堆積用バーナ2から火炎を噴射する。

[0019] 堆積用バーナ2には、通常、酸水素火炎バーナが使用され、ファイバ用原料、例えば、 SiCl_4 等の蒸気と燃焼ガス(水素ガス及び酸素ガス)を吹き付け、酸水素火炎中での火炎加水分解反応により合成されるガラス微粒子(スート)を出発部材1上に堆積させてスート体5を形成する。

[0020] 本発明は、出発部材1に沿って相対往復移動する堆積用バーナ2の折り返し点において、相対往復移動を所定時間停止させ、この停止時間中、燃焼ガス及び／又はファイバ用原料の供給量を変化させて、相対往復移動の折り返し点近傍でのスートの堆積量を変化させるところに特徴を有している。

[0021] 相対往復移動の折り返し点近傍では、その他の部分と比較して、スートの堆積量に変化する。そこで、その変化量を見込んで、折り返し点での燃焼ガス及び／又はファイバ用原料の供給量を変化させることにより、イボ、クラック、堆積層の剥がれ、凹凸等の問題を発生させることなく、形状及びコア／クラッド比が長手方向で均一な光ファイバ母材を製造することができる。

[0022] 折り返し点での停止時間は、鋭意研究した結果、3秒以上60秒以下とすることで、折り返し点近傍での堆積量を調整でき、透明ガラス化後のコア／クラッド比が端部まで長手方向で安定した光ファイバ母材を得ることができることが判った。なお、停止時間が3秒未満では、時間が短すぎて堆積量に変化が見られない。他方、60秒を超える場合は、この間の堆積量の変化により生じたスート密度、堆積量の変動により、イボ、クラック、堆積層の剥がれ、凹凸等の問題が発生する。

[0023] なお、折り返し点での停止時間は、製造中一定にする必要はなく、堆積時間、堆積

重量、相対往復移動回数といった因子で、連続的又はステップ状に変化させることにより、効果的に堆積量を変化させることができる。上記方法において、光ファイバ母材が太くなるほど、バーナを停止させる所定の時間を長くすることが好ましい。例えば、堆積時間が長いほど、バーナを停止させる所定の時間を長くしてもよい。また、堆積重量が大きいほど、前記所定の時間を長くしてもよい。また、往復回数が多いほど、前記所定の時間を長くしてもよい。

次に、実施例を挙げて本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

実施例 1

[0024] 図1に示す装置を用いて、外付け法により光ファイバ母材を製造した。

出発部材1は、外径30mm、長さ1.5mの石英ガラス棒を使用した。これを不図示の基材支持部材を介してモータ4に取り付け、30rpmで回転させるとともに、堆積用バーナ2に、原料供給装置(図示を省略)から火炎形成用ガスとして、1本あたり酸素ガス18L(リットル)/分、水素ガス45L/分、キャリアーガスとして酸素ガス3L/分を送り込み、さらにガラス原料ガスSiCl₄ 1.8L/分を供給した。

[0025] 相対往復移動の折り返し点でトラバースを0〜70秒間停止し、相対往復移動中と同じガス供給条件で停止時間中もスートを堆積させたところ、折り返し点でのコア/クラッド比の変動量は、表1に示すように、停止時間0秒から停止時間を長くすることによってコア/クラッド比の変動が小さくなり、停止時間30秒で最小になり、60秒では堆積量が多くなり過ぎたため、変動が大きくなった。また、停止時間70秒では、密度が高くなり過ぎたために、イボが発生して割れてしまった。なお、表1に示したコア/クラッド比の変動量は、透明ガラス化後の光ファイバ母材において、コア/クラッド比の最大値と最小値の差分を表示している。

[表1]

停止時間(sec)	0	3	10	30	60	70
コア/クラッド比の変動量	0.0098	0.0082	0.0051	0.0022	0.0044	割れ発生

実施例 2

[0026] 図1に示す装置を用いて、実施例1と同様な方法で光ファイバ母材を製造した。

出発部材1は、外径30mm、長さ1.5mの石英ガラス棒をモータ5に取り付け、30rpmで回転させるとともに、実施例1と同じガス供給条件で堆積を続けた。

[0027] 本実施例においては、折り返し点での停止時間を10秒とし、停止時間中のガスの供給条件を、トラバース中と同じガス供給条件のものと、燃焼ガス(水素ガスと酸素ガス)を75%にした試行1と、さらに、ファイバ原料(SiCl_4)を1.25倍にした試行2で製造し、比較した。

この結果、密度を下げることによって、対象面積の増加に伴う付着効率増加により、端部の堆積量が増え、コア／クラッド比の変動が抑制された。

[表2]

停止時間中の 供給ガス量	トラバース中と 同条件	試行1	試行2
コア／クラッド比	0.0051	0.0044	0.0026

実施例 3

[0028] 図1に示す装置を用いて、実施例1と同様な方法で光ファイバ母材を製造した。

出発部材1は、外径30mm、長さ1.5mの石英ガラス棒をモータ5に取り付け、30rpmで回転させるとともに、実施例1と同じガス供給条件で堆積を続けた。

[0029] 本実施例においては、図2に示すように、停止時間を一定の10秒として製造したものと、堆積の進行とともに停止時間を連続的に長くするように変更して製造したものとを比較した。

その結果、表3に示すように、停止時間を変更したものは、堆積後半での堆積対象面積が大きくなったところで停止時間を長くしているために、堆積量が10秒一定のものよりも多くなり、コア／クラッド比の変動が抑制された。

[表3]

停止時間(sec)	一定	変化
コア／クラッド比	0.0051	0.0023

[0030] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

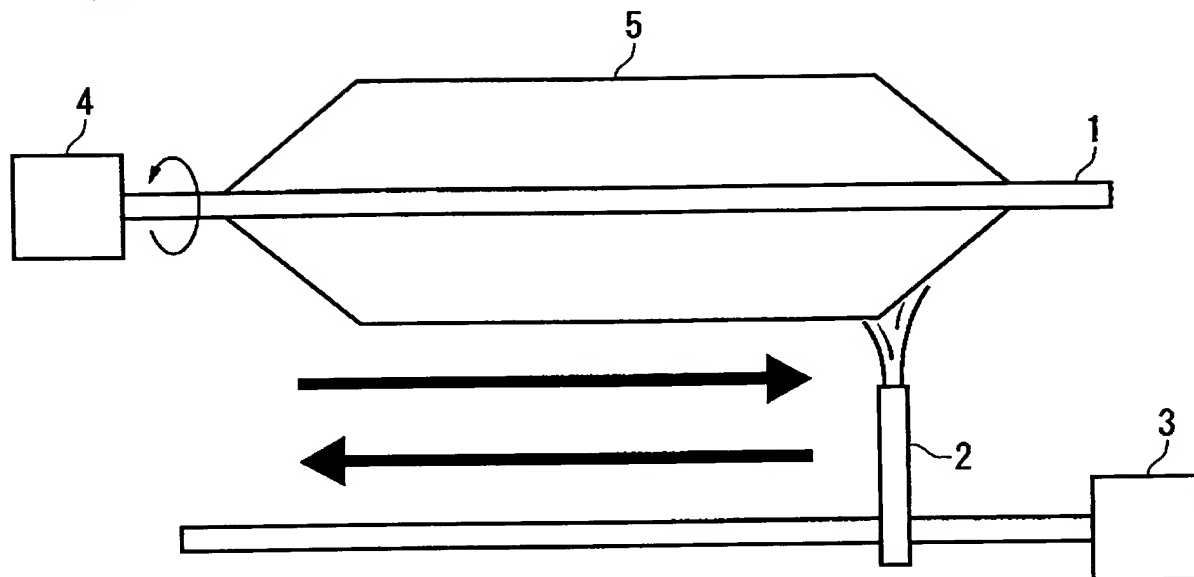
産業上の利用可能性

[0031] 長手方向にコア／クラッド比の均一な光ファイバ母材を提供できる。

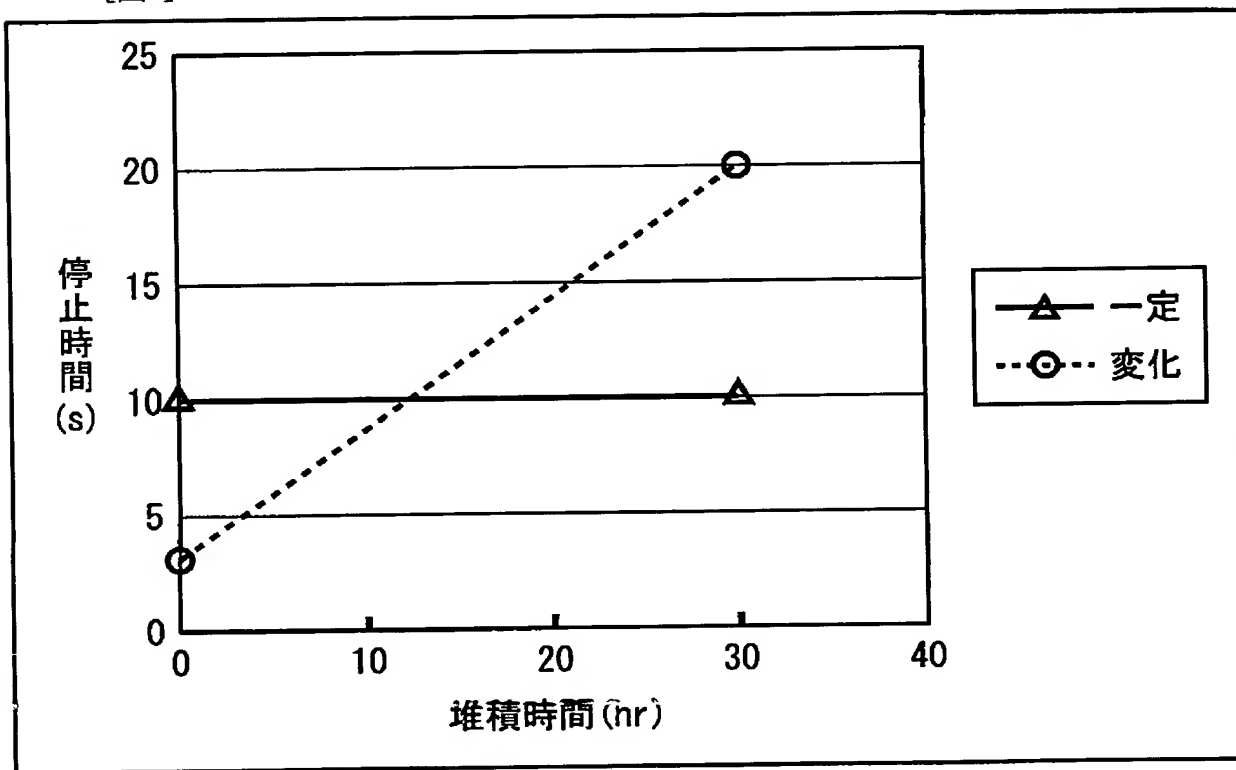
請求の範囲

- [1] 外付け法により、出発部材上にこれに沿ってバーナを相対的に往復移動させてガラス微粒子を堆積させ光ファイバ母材を製造する方法において、バーナと出発部材とを相対的に往復移動させ、該相対往復移動の折り返し時に、所定の時間、停止させることを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。
- [2] 停止させる所定の時間が、3秒以上60秒以下である請求項1に記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [3] 相対往復移動の停止中、燃焼ガス量を減少させる請求項1又は2に記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [4] 相対往復移動の停止中、原料ガス量を増加させる請求項1乃至3のいずれかに記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [5] あらかじめ堆積時間、堆積重量、又は相対往復移動回数のいずれかを設定し、該設定条件によって相対往復移動の折り返し時に停止させる時間を連続的に変化させる請求項1乃至4のいずれかに記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [6] あらかじめ堆積時間、堆積重量、又は相対往復移動回数のいずれかを設定し、該設定条件によって相対往復移動の折り返し時に停止させる時間をステップ状に変化させる請求項1乃至5のいずれかに記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [7] 前記光ファイバ母材の径が大きくなるほど、前記バーナを停止させる前記所定の時間を長くする請求項5または6に記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [8] 前記堆積時間が長いほど、前記バーナを停止させる前記所定の時間を長くする請求項7に記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [9] 前記堆積重量が大きいほど、前記バーナを停止させる前記所定の時間を長くする請求項7に記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [10] 前記往復回数が多いほど、前記バーナを停止させる前記所定の時間を長くする請求項7に記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [11] 請求項1乃至10のいずれかに記載の光ファイバ母材の製造方法を用いて製造されたものである光ファイバ母材。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/017105

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C03B37/018

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ C03B37/00-37/016

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 63-170223 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 14 July, 1988 (14.07.88), Claims; page 2, upper right column, 5th line from the bottom to lower left column, 6th line from the bottom; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1, 2, 11 3, 4
X Y	JP 2-289439 A (Fujikura Densen Kabushiki Kaisha), 29 November, 1990 (29.11.90), Claims; page 2, upper left column, 2nd line from the bottom to upper right column, 3rd line from the bottom, lower right column, line 4 to 1st line from the bottom; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1, 2, 11 3, 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 December, 2004 (20.12.04)

Date of mailing of the international search report
11 January, 2005 (11.01.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017105

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-256034 A (Fujikura Ltd.), 19 September, 2000 (19.09.00), Claim 1; Par. No. [0004] (Family: none)	3
Y	JP 2000-185930 A (Mitsubishi Cable Industries, Ltd.), 04 July, 2000 (04.07.00), Par. No. [0010] (Family: none)	4
A	JP 9-278477 A (Fujikura Ltd.), 28 October, 1997 (28.10.97), Par. No. [0005] (Family: none)	5-10
A	JP 10-81537 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 31 March, 1998 (31.03.98), Par. No. [0044] (Family: none)	5-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 C03B37/018

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 C03B37/00-37/016

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996
 日本国公開実用新案公報 1971-2004
 日本国実用新案登録公報 1996-2004
 日本国登録実用新案公報 1994-2004

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 63-170223 A (古河電気工業株式会社) 1988. 07. 14, 特許請求の範囲, 第2頁右上欄下から5行~左下欄 下から6行, 図1~3 (ファミリーなし)	1, 2, 11
Y		3, 4
X	JP 2-289439 A (藤倉電線株式会社) 1990. 11. 29 特許請求の範囲, 第2頁左上欄下から2行~右上欄下から3行, 右下欄4行 ~下から1行, 図1~3 (ファミリーなし)	1, 2, 11
Y		3, 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の立証の手段
 日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 12. 2004

国際調査報告の発送日

11. 1. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

前田 仁志

4 T

3342

電話番号 03-3581-1101 内線 3463

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-256034 A (株式会社フジクラ) 2000. 09. 19, 請求項1, 【0004】 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2000-185930 A (三菱電線工業株式会社) 2000. 07. 04, 【0010】 (ファミリーなし)	4
A	JP 9-278477 A (株式会社フジクラ) 1997. 10. 28, 【0005】 (ファミリーなし)	5-10
A	JP 10-81537 A (古河電気工業株式会社) 1998. 03. 31, 【0044】 (ファミリーなし)	5-10